

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2000年12月28日
Date of Application:

出願番号 特願2000-399867
Application Number:

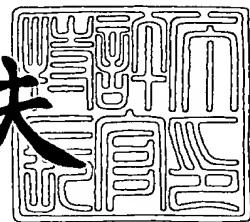
[ST. 10/C] : [JP 2000-399867]

出願人 HOYA株式会社
Applicant(s):

2003年11月5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 00P10041

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 加々見 薫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 黒澤 寿久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 浅井 英邦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都昭島市武蔵野3丁目3番1号 ホーヤファイバフ
オトニクス株式会社内

【氏名】 横山 精一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

【氏名】 横尾 芳篤

【特許出願人】

【識別番号】 000113263

【氏名又は名称】 ホーヤ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101502

【弁理士】

【氏名又は名称】 安齋 嘉章

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-209135

【出願日】 平成12年 7月10日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062628

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光フィルタモジュール及びこれを用いた各種光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射させる光フィルタと、

前記光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、

前記光フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系と、

前記光フィルタ、第1光学系及び第2光学系を内部に固定して保持するガラスで形成された筒状の外側保持具とを備えた光フィルタモジュール。

【請求項 2】 前記第1光学系及び第2光学系の各々は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備え、

前記光フィルタは前記第1光学系及び第2光学系のレンズのいずれか一方に接合されている請求項1記載の光フィルタモジュール。

【請求項 3】 前記第1光学系と第2光学系の各々は前記光ファイバが挿入されて保持される貫通孔が形成された光ファイバ保持具を備えている請求項1又は2記載の光フィルタモジュール。

【請求項 4】 前記第1光学系と前記第2光学系の各々は前記光ファイバ保持具とレンズを内部に固定して保持する内側保持具を備え、

前記内側保持具は光硬化型接着剤により前記外側保持具の内部に固定されている請求項3記載の光フィルタモジュール。

【請求項 5】 前記内側保持具はガラスで形成されている請求項4記載の光フィルタモジュール。

【請求項 6】 特定波長の光のみを選択的に透過しその他の波長の光を反射する波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタに供給される光を導く光ファイバと前記波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、

前記波長選択フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記波長選択フィルタから供給される光又は前記波長選択フィルタに供給される光のいず

れかを導く光ファイバを含む第2光学系と、

前記光フィルタ、第1光学系及び第2光学系を内部に固定して保持するガラスで形成された筒状の外側保持具とを備えた光合波分波器。

【請求項7】 前記第1光学系及び第2光学系の各々は前記光ファイバと波長選択フィルタを光学的に連結するレンズを備え、

前記波長選択フィルタは前記第1光学系のレンズに接合されている請求項6記載の光合波分波器。

【請求項8】 前記第1光学系と第2光学系の各々は前記光ファイバが挿入されて保持される貫通孔が形成された光ファイバ保持具を備えている請求項6又は7記載の光合波分波器。

【請求項9】 前記第1光学系の光ファイバ保持具は前記波長選択フィルタに供給される光を導く光ファイバと前記波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバの双方が挿入されて保持される断面矩形状の貫通孔が形成されている請求項8記載の光合波分波器。

【請求項10】 前記光ファイバ保持具はガラスで形成されている請求項8又は9記載の光合波分波器。

【請求項11】 前記第1光学系と前記第2光学系の各々は前記光ファイバ保持具とレンズを内部に固定して保持する内側保持具を備え、

前記内側保持具は光硬化型接着剤により外側保持具の内部に固定されている請求項8～10のいずれか1項記載の光合波分波器。

【請求項12】 前記内側保持具はガラスで形成されている請求項11記載の光合波分波器。

【請求項13】 前記第1光学系及び第2光学系のレンズはピッチが0.2以上0.25未満の屈折率分布型ロッドレンズである請求項7～12のいずれか1項記載の光合波分波器。

【請求項14】 透過する波長帯域が互いに異なる波長選択フィルタを有する請求項6～13のいずれか1項記載の光合波分波器を複数備え、一の光合波分波器の第1光学系の波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを他の光合波分波器の第1光学系の波長選択フィルタに光を供給する光ファイバに接続

し、複数の波長帯域を有する光信号を各波長帯域の光信号に分離して前記第2光学系の光ファイバから順次出力する光信号分離装置。

【請求項15】 透過する波長帯域が互いに異なる波長選択フィルタを有する請求項6～13のいずれか1項記載の光合波分波器を複数備え、一の光合波分波器の第1光学系の波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを他の光合波分波器の第1光学系の波長選択フィルタに光を供給する光ファイバに接続し、前記第2光学系から供給されて波長選択フィルタを透過した光を順次合波する光信号結合装置。

【請求項16】 等化処理される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、前記第1光学系の光ファイバにより導かれた光を等化処理する等化フィルタと

前記等化フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記等化フィルタを経た光を導く光ファイバを含む第2光学系と、

前記光フィルタ、第1光学系及び第2光学系を内部に固定して保持するガラスで形成された筒状の外側保持具とを備えた光等化器。

【請求項17】 前記第1光学系及び第2光学系の各々は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備え、

前記光フィルタは前記第1光学系及び第2光学系のレンズのいずれか一方に接合されている請求項16記載の光等化器。

【請求項18】 前記第1光学系と第2光学系の各々は前記光ファイバが挿入されて保持される貫通孔が形成された光ファイバ保持具を備えている請求項16又は17記載の光等化器。

【請求項19】 前記光ファイバ保持具はガラス製である請求項18記載の光等化器。

【請求項20】 前記第1光学系と第2光学系の各々は前記光ファイバ保持具とレンズを内部に固定して保持する内側保持具を備え、

前記内側保持具は光硬化型接着剤により外側保持具の内部に固定されている請求項18又は19記載の光等化器。

【請求項21】 前記内側保持具はガラス製である請求項20記載の光等化

器。

【請求項 22】 前記第1光学系及び第2光学系のレンズはピッチが0.2以上0.25未満の屈折率分布型ロッドレンズである請求項17～21のいずれか1項記載の光等化器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光フィルタモジュール及びこれを用いた各種光学装置に係り、特に、光フィルタと光フィルタに供給する光を導く光学系と光フィルタから供給される光を導く光学系を含む光フィルタモジュール及びこれを用いた光合波分波器や光等化器等の各種の光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学の分野では、特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射する光フィルタと、この光フィルタに光を供給したり又は光フィルタからの光を導光したりする光学系を含む光フィルタモジュールが用いられている。このような光フィルタモジュールとしては、例えば、波長の異なる複数の光を合波したり、一の光を波長の異なる複数の光に分波する光合波分波器や、光の強度が波長に対して一定でない場合、これを一定に補正する光等化器等が知られている。

【0003】

図20は光フィルタモジュールの一例である光合波分波器90を示す。

この光合波分波器90は、2本の光ファイバ101、102を有する第1コリメータ100と、1本の光ファイバ111を有する第2コリメータ110と、これらのコリメータ100、110の間に配置された波長選択フィルタ95とを備えている。

【0004】

第1コリメータ100及び第2コリメータ110は、光ファイバを保持するセラミクス製のファイバ保持具104、114を備えている。第1コリメータ100のファイバ保持具104にはその長手方向に沿って2本の断面円形状の貫通孔

が形成されており、第2コリメータ110のファイバ保持具114にはその長手方向に沿って1本の断面円形状の貫通孔が形成されている。光ファイバはこれらの貫通孔に挿入され、接着剤で固定されることにより保持されている。

【0005】

また、第1コリメータ100及び第2コリメータ110には光のコリメート及び収束を行うロッドレンズ103、112が設けられている。このロッドレンズ103、112は光ファイバ保持具104、114と共に内側保持具105、115に保持されており、この内側保持具105、115は外側保持具120に保持されている。この、内側保持具105、115及び外側保持具120としては、ステンレスなどの金属製のものや金メッキ加工が施されたものが用いられており、内側保持具105、115は半田溶着やYAG溶接で外側保持具120に接着されている。

【0006】

また、ロッドレンズ103、112としては、通常、0.25ピッチの屈折率分布型ロッドレンズが用いられており、ロッドレンズ103、112と光ファイバは各々斜め8°に研磨された傾斜面にて接合され、その接合面の周囲に塗布された接着剤107により固定されている。また、波長選択フィルタ95は、ロッドレンズ103と接合され、その接合面の周囲に塗布された接着剤107により固定されている。

【0007】

このような光合波分波器90により分波を行う場合、第1コリメータ100の光ファイバの一方に入射された光はロッドレンズ103でコリメートされ、波長選択フィルタ95に到達する。この波長選択フィルタ95で反射された波長の光はロッドレンズ103を通って第1コリメータ100の他の光ファイバから出射される。一方、波長選択フィルタ95を透過する波長の光は第2コリメータ110のロッドレンズ112により収束されて光ファイバ111から出射される。

【0008】

また、このような光合波分波器90により合波を行う場合、第2コリメータ110の光ファイバ111から入射された光は、第1コリメータ100の光ファイ

バの一方から導入された光に結合され、第1コリメータの他方の光ファイバから出力される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した光合波分波装置では、外側保持具が金属等の不透明な材料で形成されているため、構成部品の挿入、固定時に構成部品どうしが接触して破損したり、各構成部品の位置決めが困難であるという問題がある。

【0010】

また、内側保持具の固定に半田溶着やYAG溶接を用いる場合、内側保持具に金属加工処理を施す必要があり製造工程が複雑になるとともに、固定の際に光学部品が加熱され、これによって構成部品が膨張、収縮し、位置精度が悪化するおそれがある。

【0011】

また、金属材料は熱膨張率が高いため、使用環境によっては外側保持具が膨張、収縮し、これによって各構成部品に位置ずれが生じ、効率を低下させる場合がある。

【0012】

本発明は、上記の問題を解決するためのものであり、構成部品のアライメントが容易で、調芯のずれが少なく、しかも長期間にわたる使用の信頼性が高い光フィルタモジュール及びこれを用いた各種光学装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の光フィルタモジュールは、特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射させる光フィルタと、光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、光フィルタを介して第1光学系と対向して設けられ、光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系と、光フィルタ、第1光学系及び第2光学系を内部に固定して保持するガラスで形成された筒状の外側保持具とを備えるように構成した。

【0014】

本発明に係る光フィルタモジュールによれば、外側保持具がガラスという透明な材料で形成されているため、ある程度目視による調芯が可能となり、部品どうしの接触を防ぎながら、短時間で容易に部品のアライメントを行うことが可能になる。また、接着剤として光硬化性樹脂を用い、外部から光を照射して部品の固定を行うことができる。これによって、光学部品に熱処理を施すことなく、短時間で各構成部品を固着することが可能になる。

【0015】

また、外側保持具をガラスという熱膨張性の低い材料で形成したことにより、使用環境下での温度変化に伴う各構成部品の位置ずれが防止されるので、光の処理を安定して行うことが可能になる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は本発明に係る光フィルタモジュールの一例としての光合波分波器10を示す。この光合波分波器10は1本の光ファイバを伝搬してきた波長の異なる複数の光信号を各波長の光に分波したり、逆に、波長の異なる複数の光信号を合波して1本の光ファイバに導入したりする場合に用いられる。

【0017】

この光合波分波器10は、互いに対向して設けられた第1光学系である第1コリメータ20及び第2光学系である第2コリメータ30と、この第1コリメータ20及び第2コリメータ30の間に設けられた波長選択フィルタ40と、第1コリメータ20及び第2コリメータ30を保持する外側保持具50とを備えている。

【0018】

第1コリメータ20は、伝送路端子ファイバ21と、反射端子ファイバ22と、これらのファイバ21、22を保持するためのファイバ保持具23と、このファイバ保持具23に対向して設けられたロッドレンズ24と、ファイバ保持具23とロッドレンズ24とを保持する内側保持具25とを備えている。

【0019】

伝送路端子ファイバ21は、合波時には合波された光を導き、分波時には分波される光を導く。また、反射端子ファイバ22は、合波時には合波される光を導き、分波時には分波された光を導く。このようなファイバ21、22としては、光通信等で用いられる光ファイバ、通常はシングルモード光のみ伝搬するシングルモードファイバが用いられる。この光ファイバの材質は用途に応じて適宜選択することができ、例えば、1.55μm帯の光を伝搬する場合には、石英系ファイバが用いられる。本発明に係る光合波分波器においては、波長選択フィルタ40からの光を利用しない場合は、反射端子ファイバ22を設ける必要はない。

【0020】

ファイバ保持具23は円柱状の部材であり、その一端は光軸に垂直な垂直面23bとされ、他端は光軸に垂直な面に対し所定の角度（例えば、8°）をなす傾斜面23cとなるように研磨されている。このファイバ保持具23には、図2又は図3に示されるように、その長手方向中心軸に沿って貫通孔23aが形成されている。伝送路端子ファイバ21及び反射端子ファイバ22はこの貫通孔23aに挿入され、熱硬化型接着剤や光硬化型接着剤（例えば、紫外線硬化型接着剤）等の接着剤で固定されることにより保持される。この貫通孔23aは、例えば、図2に示されるように2本のファイバ21、22を対角線上に並べて挿入することができる断面正方形状、又は、図3に示されるように2本のファイバを長手方向に並べて挿入することができる断面長方形状に形成されている。これによって、ファイバ21、22を貫通孔23aに挿入したり、貫通孔23a内でこれらのファイバ21、22を調芯するのが容易になる。また、これらのファイバ21、22が貫通孔23a内で捻じれたり、その相対位置が変化したりすることがなくなり、分波及び合波の損失を低減することが可能になる。

【0021】

このようなファイバ保持具23は、ホウケイ酸ガラス等のガラス、ジルコニア等のセラミックス等で形成することができる。ファイバ保持具23がガラスで形成された場合、ファイバ21、22を目視しながら貫通孔23aに挿入することができるになるとともに、接着剤として光硬化型樹脂を用い、外部から光を照射してファイバの固定を行うことが可能となる。

【0022】

伝送路端子ファイバ21及び反射路端子ファイバ22は、一端がファイバ保持具23の垂直面23bより外部に引き出されており、他端はファイバ保持具23の傾斜面23cと同一平面を形成するように配置されている。

【0023】

ロッドレンズ24はガラス等の光学材料で形成された円柱状の部材であり、一端が光軸に垂直な垂直面24bとされ、他端は光の入射効率を向上させるため光軸に垂直な面に対し所定の角度（例えば、8°）をなす傾斜面24aとされている。このロッドレンズ24は、傾斜面24a側から入射された光をコリメートし、垂直面24b側から入射した光を収束するように半径方向に屈折率分布が形成されている。このロッドレンズ24の両端面には反射防止膜が形成されていることが好ましい。

【0024】

このロッドレンズ24として、ピッチが0.25未満のものを用いることにより、ロッドレンズ24とファイバ保持具23が接しない状態で光合波分波器を構成することができる。従って、各構成部品の熱膨張、収縮に伴ってロッドレンズ24とファイバ保持具23の衝突が起こったり、位置ずれが生じるのを防止することができる。また、ロッドレンズ24とファイバ保持具23を接着剤等で接合する必要がないので、光路に接着剤が浸透することがなくなる。さらに、ロッドレンズ24及びファイバー保持具23の傾斜面23c、24aに依存しないでこれらを容易に調芯することが可能になる。一方、ロッドレンズとして、ピッチが0.2以下のものを用いると、収差が大きくなるとともに、組み立て時の取扱が困難になる。従って、ロッドレンズの24としては、ピッチが0.2以上0.25未満のもの、特に0.23程度のものを用いるのが好ましい。

【0025】

内側保持具25はパイレックスガラス等のホウケイ酸ガラスや石英ガラス等、可視光及び紫外線に対し透明性を有し、熱膨張率が低いガラス等で形成された円筒状の部材であり、その内径はファイバ保持具23及びロッドレンズ24の外径よりやや大きく設定されている。ファイバ保持具23及びロッドレンズ24は接

着剤27により内側保持具25の内面に所定の距離を介して固定されている。

【0026】

上記の第1コリメータ20では、各構成部品は、伝送路端子ファイバ21から入射された光はロッドレンズ24を介して波長選択フィルタ40に到達し、波長選択フィルタ40で反射された光がロッドレンズ24を通じて反射端子ファイバ22に導入されるように位置調整されている。これによって、反射端子ファイバ22から入射された光はロッドレンズ24を介して波長選択フィルタ40に到達し、波長選択フィルタ40で反射された光はロッドレンズ24を通じて伝送路端子ファイバ21に導入される位置関係になる。

【0027】

第2コリメータ30は、合波時には合波される光を導き、分波時には分波された光を導く通過端子ファイバ32と、通過端子ファイバ32を保持するためのファイバ保持具23と、このファイバ保持具23に対向して設けられたロッドレンズ24と、ファイバ保持具23とロッドレンズ24とを保持する内側保持具25とを備えている。この第2コリメータ30は、ファイバ保持具23の貫通孔を断面円形状にすることができる点を除いては第1コリメータ20と同一構成を有するため、その詳細な説明は省略する。

【0028】

第1コリメータ20のロッドレンズ24の垂直面24bには、特定波長の光を透過し、それ以外の光を反射する波長選択性を有する波長選択フィルタ40が設けられている。この波長選択フィルタ40は、波長選択フィルタ40及びロッドレンズ24の外周面に設けられた接着剤42によりロッドレンズ24の垂直面24bに接合されている。このような接着剤42としては、ロッドレンズ24と波長選択フィルタ40の接合面に接着剤42が浸透して光路を遮断することを防止するため、粘度が高い接着剤、通常10000mPa.s以上の粘度を有するものが用いられる。

【0029】

波長選択フィルタ40としては、例えば、特定波長範囲の光のみを透過させるバンドバスフィルタ、特定波長以上の光のみを透過させるハイパスフィルタ、特

定波長以下の光のみを透過させるローパスフィルタ等を用いることができる。

【0030】

このような波長選択フィルタ40としては、例えば、高屈折率誘電体膜と低屈折率誘電体膜とを交互に積層した誘電体多層膜フィルタを用いることができる。この場合、波長選択フィルタ40の波長選択性は誘電体膜の層数、材質等を変えることにより適宜変更することが可能である。

この波長選択フィルタ40の第2コリメータ側の端面には、必要に応じ、反射防止膜が形成される。

【0031】

外側保持具50は、パイレックスガラス等のホウケイ酸ガラスや石英ガラス等、可視光及び紫外線に対し透明性を有し、熱膨張率が低いガラス等で形成された円筒状の部材であり、その内径は第1コリメータ20及び第2コリメータ30の外径よりやや大きく設定されている。第1コリメータ20及び第2コリメータ30は接着剤52により外側保持具の内面に所定の距離を介して固定される。

【0032】

上記構成を有する光合波分波器10において、第1コリメータ20、波長選択フィルタ40及び第2コリメータ30は伝送路端子ファイバ21から導入された光のうち波長選択フィルタ40を透過した光が第2コリメータ30の通過端子ファイバ32に収束されるように配置されている。

【0033】

次に、上記の構成を有する光合波分波器10の製造方法について説明する。

まず、図4に示されるように、必要に応じて両端面に反射防止膜を形成したロッドレンズ24の垂直面24bに波長選択フィルタ40を密着させ、これらの周囲に接着剤42を塗布して固定させる。

【0034】

他方、図5に示されるように、ファイバ保持具23の貫通孔23aに伝送路端子ファイバ21及び反射端子ファイバ22を挿入し、接着剤を貫通孔に充填して固化させる。そして、これらのファイバ21、22の傾斜面23c側の端面が傾斜面23cと同一平面を形成するように研磨を行うとともに、必要に応じて反射

防止膜を形成する。

【0035】

次に、図6に示されるように、波長選択フィルタ40が固着されたロッドレンズ24及びファイバ保持具23を内側保持具25に挿入する。このとき、伝送路端子ファイバ21からロッドレンズ24を介して波長選択フィルタ40に入射され、波長選択フィルタ40で反射された光が、ロッドレンズ24を介して反射端子ファイバ22に導入されるように各構成部品の相対位置が調整される。そして、ロッドレンズ24及びファイバ保持具23と内側保持具25の内面とを接着剤27を用いて固定し、第1コリメータ20を形成する。

同様の手順により第2コリメータ30を製造する。

【0036】

さらに第1コリメータ20と第2コリメータ30を外側保持具50に挿入する。このとき、第1コリメータ20の伝送路端子ファイバ21から導入され、波長選択フィルタ40を透過した光が、第2コリメータの通過端子ファイバ32に導入されるように構成部品の相対位置が調整される。そして、第1コリメータ20と第2コリメータ30を外側保持具50の内面に接着剤52で固定することにより本発明に係る光合波分波器10を得ることができる。

【0037】

上記のような工程において、ファイバ保持具23、内側保持具25及び外側保持具50がガラスで形成されていることにより、ある程度目視による調芯が可能となり、部品どうしの接触を防ぎながら、短時間で容易に部品のアライメントを行うことが可能になる。また、上記部品がガラスで形成されていることにより、接着剤27、52として上記部品を透過する光により硬化させられる光硬化性樹脂を用い、外部から光を照射して部品の固定を行うことが可能となる。これによって、光学部品に熱処理を施すことなく、短時間で固着することができる。

【0038】

このような光硬化性樹脂としては、エポキシ系、アクリレート系等の紫外線硬化樹脂が挙げられるが、接着剤の硬化に伴う収縮による部材の調芯ずれを防止するため、硬化収縮率の小さい接着剤、通常4%以下の硬化収縮率を有するものが

用いられる。尚、上記工程において、各々の接着部分において、同じ接着剤を用いることも異なる接着剤を用いることもできる。

【0039】

次に、上記の構成を有する光合波分波器10の作用について説明する。

まず、光の分波を行う場合、波長の異なる複数の光を含む光信号は伝送路端子ファイバ21により光合波分波器10により導かれる。この光信号はファイバ保持具23の傾斜面23c側より出射され、ロッドレンズ24によりコリメートされて波長選択フィルタ40に導かれる。この光信号のうち、特定波長の光は波長選択フィルタ40を透過する。波長選択フィルタ40を透過した光は第2コリメータ30のロッドレンズ24により収束されて、ファイバ保持具23により保持される通過端子ファイバ32に導かれて取り出される。

【0040】

一方、波長選択フィルタ40に導かれた光信号のうち、他の波長の光は波長選択フィルタ40により反射される。この光は第1コリメータ20のロッドレンズ24により収束され、ファイバ保持具23により保持される反射端子ファイバ22に導かれて取り出される。

【0041】

次に、光の合波を行う場合、合波しようとする光信号は、それぞれ反射端子ファイバ22及び通過端子ファイバ32から光合波分波器10に導かれる。反射端子ファイバ22から導かれた光はファイバ保持具23の傾斜面23c側から出射され、ロッドレンズ24によりコリメートされて波長選択フィルタ40に導かれる。この光信号のうち、波長選択フィルタ40により反射された光はロッドレンズ24により収束されて、ファイバ保持具23により保持される伝送路端子ファイバ21に導かれる。

【0042】

一方、通過端子ファイバ32から導かれた光はファイバ保持具23の傾斜面側より出射され、ロッドレンズ24によりコリメートされ、波長選択フィルタ40に導かれる。この光のうち、波長選択フィルタ40を通過する光はロッドレンズ24により収束され、ファイバ保持具23により保持される伝送路端子ファイバ

21に導かれ、波長選択フィルタ40により反射された光と合波されて外部に取り出される。

【0043】

本発明に係る光合波分波器10によれば、内側保持具25及び外側保持具50をガラスという熱膨張性の低い材質で形成したことにより、使用環境下での温度変化により各構成部品に位置ずれが生じることが防止される。従って、光の合波及び分波を安定して行うことが可能になる。

【0044】

次に、本発明の他の実施の形態について説明する。以下の説明においては上述した構成と同一部分については同一の参照番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0045】

図7は本発明に係る光合波分波器の第2の実施形態を示す。

この光合波分波器60は、伝送路端子ファイバ21及び反射端子ファイバ22を保持するファイバ保持具23と、2個のロッドレンズ24、24と、通過端子ファイバ32を保持するファイバ保持具23が外側保持具50の内面に接着剤52で接着された構造を有している。

【0046】

この光合波分波器60は、外側保持具50がガラスにより形成されているため、構成部品の調芯をある程度目視により行うことができ、構成部品どうしの接触を防ぎながら、短時間で容易にアライメントを行うことが可能になる。また、外側保持具50をガラスで形成することにより、接着剤52として外側保持具50を透過する光により硬化させられる光硬化性樹脂を用い、外部から光を照射して部材の固定を行うことが可能となる。これによって、光学部品に熱処理を施すことなく、短時間で固定することが可能になる。

【0047】

また、外側保持具50をガラスという熱膨張性の低い材質で形成したので、温度変化に伴う各構成部品の位置ずれが防止され、光の合波及び分波を安定して行うことが可能になる。また、接着剤52として熱膨張性の低いものを用いること

により温度変化による影響をさらに低減することが可能になる。従って、製造が容易で、合波及び分波の効率及び安定性の高い光合波分波器を提供することが可能になる。

【0048】

次に、上述した光合波分波器10、60を用いた光信号分離装置並びに光信号結合装置について説明する。これらの光信号分離装置並びに光信号結合装置は、透過する波長帯域が異なる波長選択フィルタを有する複数の光合波分波器が連結された構造を有している。

【0049】

図8は光信号分離装置を示す。この光信号分離装置70においては、第1の光合波分波器10、60の反射端子ファイバ22は第2の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21に連結され、第2の光合波分波器10、60の反射端子ファイバ22は第3の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21に連結されるというように、先行の光合波分波器10、60の反射端子ファイバ22が後行の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21に直列に連結されている。これによって、第1の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21から供給された複数の波長帯域の光を含む光信号を各々の波長帯域の光に分離し、各通過端子ファイバ32から取り出すことが可能になる。

【0050】

図9は光信号結合装置を示す。この光信号結合装置においては、第2の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21が第1の光合波分波器10、60の反射端子ファイバ22に連結され、第3の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21が第2の光合波分波器10、60の反射端子ファイバ22に連結されるというように、後行の光合波分波器10、60の伝送路端子ファイバ21が先行の光合波分波器10、60の反射端子ファイバ22に直列に連結されている。これによって、各々の通過端子ファイバ32から特定波長の光を導入することにより、これらを結合した光信号を第1の光合波分波器の伝送路端子ファイバ21から取り出すことが可能になる。

【0051】

次に、本発明に係る光フィルタモジュールの他の例として、光等化器について説明する。この光等化器は、光ファイバ増幅器等の光増幅器により増幅された光の利得が波長に対して一定とならない場合、この利得を平均化するために用いられる。

【0052】

図10は本発明に係る光等化器を示す。この光等化器85の第1光学系である第1コリメータ20には等化される光が伝送される伝送路端子ファイバ21が設けられている。また、第1コリメータ20のロッドレンズ24の垂直面24bには第1コリメータ20に伝送された光を等化するための等化フィルタ86が設けられている。この等化フィルタ86としては、光増幅器の利得曲線と逆の利得曲線を有するものが用いられる。例えば、図11に示される利得曲線を有する光増幅器からの光を図13に示されるように等化しようとする場合、等化フィルタ86としては図12に示されるような利得曲線を有するものが用いられる。このような光等化フィルタ86としては、光選択フィルタ40と同様、誘電体多層膜フィルタを用いることができる。この誘電体多層膜フィルタの光の透過特性は多層膜の各層の膜厚等を変えることにより調整することができる。

【0053】

このような光等化器においては、光増幅器等により増幅された光は伝送路端子ファイバ21により光等化器85へ導かれる。この光はファイバ保持具23の傾斜面23c側より出射され、ロッドレンズ24によりコリメートされて等化フィルタ86に導かれる。この光は等化フィルタ86を透過することにより利得が等化される。等化フィルタ86を透過した光はロッドレンズ24により収束され、ファイバ保持具23により保持される通過端子ファイバ32に導かれて取り出される。本発明によれば、アライメントが容易で調芯のずれが少なく、しかも長期使用の安定性が高い光等化器を提供することが可能になる。

尚、上述した光等化器85は図1に示される光合波分波器10の基本的構成を用いたものであるが、光等化器として図7に示される光合波分波器60の基本的構成を用いることも可能である。

【0054】

次に、上述した光フィルタモジュールの変形例について説明する。

図14は上述した光合波分波器10、60又は光等化器85の変形例で用いられるロッドレンズ24を示す。このロッドレンズ24の垂直面24bには、ロッドレンズ24と波長選択フィルタ40又は等化フィルタ86の接合面の間に浸透した接着剤42が光路となる中心部に浸透するのを防止するための溝部24cが形成されている。この溝部24cはフィルタ40、86とロッドレンズ24の接合面に進入した接着剤を滞留させることにより、接合面の中心部へ浸透することを防止するものであり、例えば、光路を取り囲む格子状又は三角形状に形成することができる。

【0055】

この場合、フィルタ40、86は、図15に示されるように溝部24cの外側に塗布された接着剤42によりロッドレンズ24に固定されるか、或いは、図16に示されるようにロッドレンズ24及びフィルタ40、86の外周面に塗布された接着剤42によりロッドレンズ24に固定される。

また、溝部は、波長選択フィルタ40側に形成することもできる。

【0056】

図17は光フィルタモジュールの他の変形例で用いられるロッドレンズ24を示す。このロッドレンズ24の傾斜面24aの反対面には、光を収束又はコリメートするための球面又は非球面の凸部24dが形成されており、屈折率分布は形成されていない。この凸部24dの外周には、ロッドレンズ24の長手方向外側に突出する平坦部24eが形成されている。この平坦部の長さは、通常、凸部の厚さと同じかそれ以上となるように形成されている。そして、この凸部24dと平坦部24eの間はロッドレンズ24とフィルタとの接合面に浸透した接着剤を滞留させるための凹部となっている。

【0057】

この場合、フィルタ40、86は、図18に示されるように平坦部24eに塗布された接着剤42によりロッドレンズ40に固定されるか、或いは、図19に示されるようにロッドレンズ24及びフィルタ40、86の外周面に塗布された接着剤42によりロッドレンズに固定される。

ロッドレンズ24を上記のように構成することにより、ロッドレンズ24と波長選択フィルタ40の接合面の間に浸透した接着剤42が光路となる中心部まで達して光路を遮断することが防止される。

【0058】

本発明は上述した形態に限定されるものではなく、適宜変更して実施することが可能である。例えば、本発明の光フィルタモジュールは、光合波分波器や光等化器のみではなく、供給された光のうち特定の比率の光を透過し、残りを反射して、光を分岐させる機能を有する光分岐モジュール等に用いることが可能である。この光分岐モジュールは、例えば、光システムにおいて、光のモニターを行う際等に用いることができる。

また、本発明に係る光フィルタモジュールは、上述した部品を適宜組み合わせて構成することが可能である。

【0059】

【実施例】

以下実施例により本発明をより詳細に説明する。

【0060】

(実施例1)

本発明の実施例として図1に示される光合波分波器を製造した。

ロッドレンズとして、光軸に垂直な面に対して8°に研磨され、両端面に反射防止膜が形成された0.23ピッチのガラス製の屈折率分布レンズ(1.8mmφ、4.4mm長)を用いた。このレンズの垂直面に、中心波長1550nmの光を透過し、その他の光を反射させる誘電体多層膜フィルタ型の波長選択フィルタの一端面を密着させ、この密着された面の外側にエポキシ系の紫外線硬化型接着剤を数箇所に塗布し、紫外線を照射して接着剤を硬化させた。

【0061】

伝送路端子ファイバ及び反射端子ファイバとして、クラッド径125μm、コア径10μmの石英系シングルモードファイバ(コーニング社製SMF28)の先端から所定長さ分(20mm)の1次および2次被覆を除去して洗浄した光ファイバを用いた。上述した2本の光ファイバを、外径が円柱状で中心に断面正方形

の貫通孔（ $214\mu\text{m} \times 214\mu\text{m}$ ）を有するホウケイ酸ガラス製のファイバ保持具（外径 1.8 mm 、長さ 11 mm ）に挿入し、貫通孔にエポキシ系熱硬化型接着剤を充填して硬化させて固定した。これを光軸に垂直な面に対して 8° の角度に研磨し、研磨した面に反射防止膜を形成した。

【0062】

これらのロッドレンズ及びファイバ保持具とをパイレックスガラス製の円筒状の内側保持具（外径 3 mm 、内径 1.85 mm 、厚さ 0.58 mm 、長さ 8 mm ）に挿入し、レンズ及びファイバ保持具をそれぞれ紫外線硬化型接着剤を用いて固定し第1コリメータとした。

【0063】

一方、通過端子ファイバとして上述した光ファイバを用い、外径が円柱状で中心に断面円形の貫通孔を有するホウケイ酸ガラス製のファイバ保持具（外径 1.8 mm 、内径 $1.26\mu\text{m}$ 、長さ 6 mm ）に挿入し、貫通孔にエポキシ系紫外線硬化型接着剤を充填して硬化させて固定した。これを光軸に垂直な面に対して 8° の角度に研磨し、研磨した面に反射防止膜を形成した。

このファイバ保持具と上述したロッドレンズと同一のものを上述した内側保持具と同一のものに挿入し、紫外線硬化型接着剤を用いて固定し第2コリメータとした。

【0064】

次に、第1コリメータ及び第2コリメータを対向させ、外側保持具であるパイレックスガラス製保持具（外径 5 mm 、内径 3.40 mm 、厚さ 0.80 mm 、長さ 13 mm ）に挿入して調芯し、各々のコリメータの内側保持具の外周をエポキシ系の紫外線硬化型接着剤により外側保持具の内面に固着した。上述したパイレックスガラス製の内側保持具及び外側保持具の熱膨張係数は約 $3 \times 10^{-6}/\text{K}$ であった。これによって、図1に示される光合波分波器を得た。

【0065】

（実施例2）

ロッドレンズとして、図17に示されるように、一端に凸部と平坦部が形成され、他端が光軸に垂直な面に対して 8° に研磨されているガラス製のロッドレン

ズ（1. 8 mm ϕ 、3. 4 mm長）を用いた。このロッドレンズの凸部の形状は端部より外側に焦点を結ぶように設定されている。

このロッドレンズの平坦部に実施例1と同一の波長選択フィルタの端面を密着させ、密着した部分にエポキシ系の紫外線硬化型接着剤を数箇所に塗布し、紫外線を照射して接着剤を硬化させ、ロッドレンズに波長選択フィルタを固定した。

それ以外は、実施例1と同様な方法で光合波分波器を得た。

【0066】

(比較例)

実施例と同様の光ファイバを用い、光ファイバの保持具として内径 252 μm の丸孔貫通孔を有する光ファイバ保持具を用い、屈折率分布レンズとして 0. 25 ピッチのレンズを用いた。上記光ファイバ保持具の傾斜面をそれぞれ屈折率分布型レンズの研磨面と合わせ、その周りを熱硬化性接着剤で固定した。

【0067】

これらの光ファイバとレンズの接着体をそれぞれ金メッキ加工したSUS管（内径 2. 7 mm ϕ 、外径 3. 2 mm ϕ 、厚さ 0. 255 mm）に挿入し、SUS管の内側と、光ファイバ保持具の外周を熱硬化性の接着剤で固定し、第1コリメータ及び第2コリメータとした。

【0068】

第1コリメータ及び第2コリメータを金メッキ加工したSUS管（内径 3. 5 mm ϕ 、外径 4. 5 mm ϕ 、厚さ 0. 5 mm）に挿入し、調芯を行い、第1、第2コリメータの外周と、外側のSUS管の内側を半田溶着で固定した。これによって、図20に示される光合波分波器を得た。

【0069】

(環境試験)

実施例で得られた光合波分波器と、比較例で得られた光合波分波器について、環境試験機により -40 °C から 85 °C の温度変動環境下に置き、所定時間ごとに伝送路端子ファイバから通過端子ファイバへの光の透過の損失値を測定した。

【0070】

温度変化は、1時間 20 °C 保持 → 1時間で 85 °C に昇温 → 1時間 85 °C 保持 →

1時間で20℃に降温→20℃で1時間保持→1時間で-40℃に降温→-40℃で1時間保持→1時間で20℃に昇温の8時間を1サイクルとし、10サイクル及び50サイクルの試験を行った場合の挿入損失を10分間隔で測定した。

挿入損失は環境試験にかける前の挿入損失を0dBとした場合の変動量の最大値で表す。結果を表1に示す。

【0071】

【表1】

表 1

	10サイクルの 挿入損失の変動量 の最大値 (dB)	50サイクルの 挿入損失の変動量 の最大値 (dB)
実施例 1	0.30	0.30
実施例 2	0.30	0.30
比較例	0.77	0.82

【0072】

表1から、実施例の光合波分波器は比較例の光合波分波器と比較して、温度サイクル試験に対する挿入損失の変動量が小さいことが明らかになった。

【0073】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、製造が容易で、温度変化による性能の変化が少なく、長期使用の信頼性の高い光フィルタモジュールを提供することが可能になる。また、このような光フィルタモジュールを用いることにより光合波分波器や光等化器といった各種の光学装置を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光合波分波器の概略を示す断面図である。

【図 2】

ファイバ保持具の概略を示す断面図である。

【図 3】

ファイバ保持具の他の例の概略を示す断面図である。

【図 4】

ロッドレンズと波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図 5】

ファイバ保持具に光ファイバを保持させる状態を示す断面図である。

【図 6】

コリメータを示す断面図である。

【図 7】

本発明に係る光合波分波器の他の例の概略を示す断面図である。

【図 8】

本発明に係る光信号分離装置の概略を示す断面図である。

【図 9】

本発明に係る光信号結合装置の概略を示す断面図である。

【図 10】

本発明に係る光等化器の概略を示す断面図である。

【図 11】

等化される光信号の利得を示すグラフである。

【図 12】

等化フィルタの利得を示すグラフである。

【図 13】

等化された光信号の利得を示すグラフである。

【図 14】

ロッドレンズの他の例を示す断面図である。

【図 15】

ロッドレンズと波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図 16】

ロッドレンズと波長選択フィルタを接合する他の状態を示す断面図である。

【図17】

ロッドレンズの他の例を示す断面図である。

【図18】

ロッドレンズと波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図19】

ロッドレンズと波長選択フィルタを接合する他の状態を示す断面図である。

【図20】

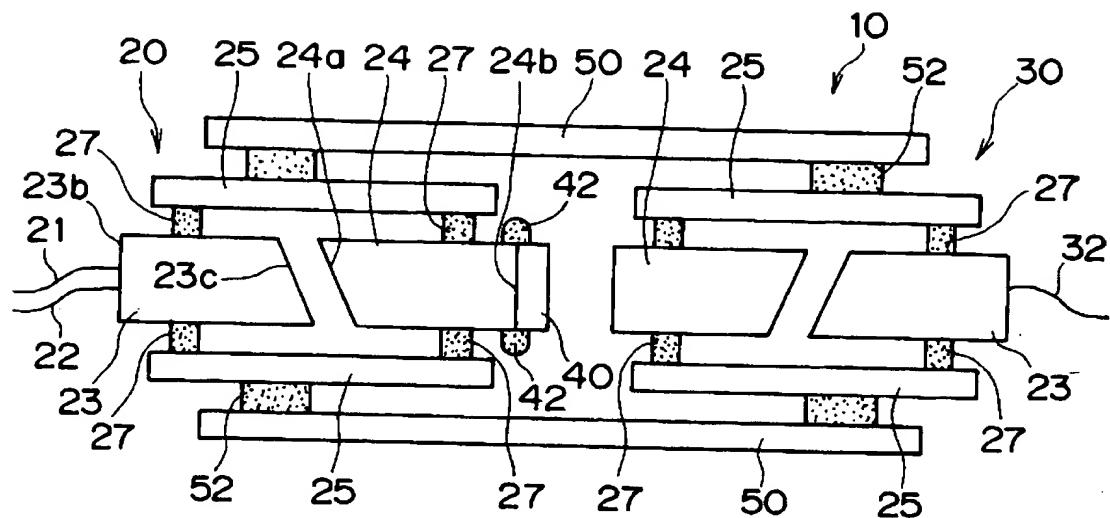
従来の光合波分波器の概略を示す断面図である。

【符号の説明】

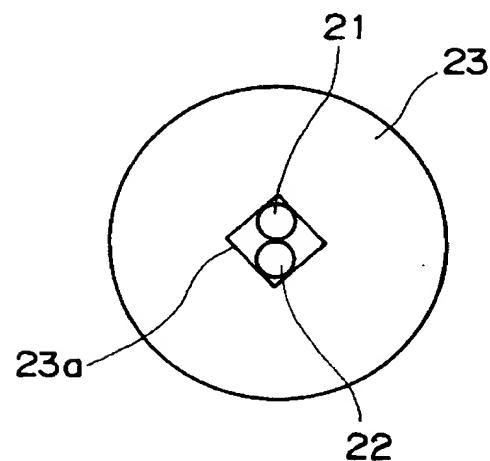
- 10 光合波分波器
- 20 第1コリメータ
- 21 搬送路端子ファイバ
- 22 反射端子ファイバ
- 23 ファイバ保持具
- 24 ロッドレンズ
- 25 内側保持具
- 30 第2コリメータ
- 32 通過端子ファイバ
- 40 波長選択フィルタ
- 50 外側保持具
- 60 光合波分波器
- 70 光信号分離装置
- 80 光信号結合装置
- 85 光等化器
- 86 等化フィルタ

【書類名】 図面

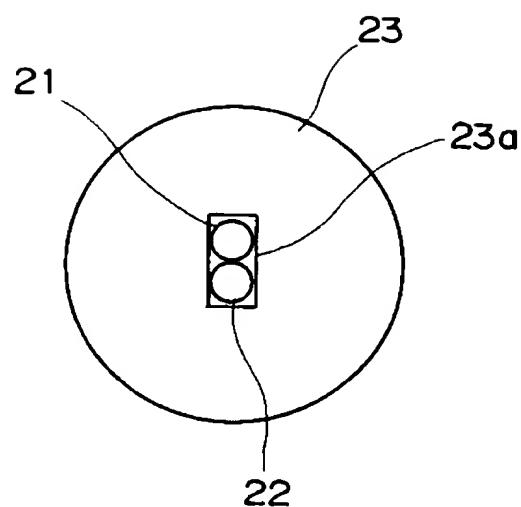
【図 1】



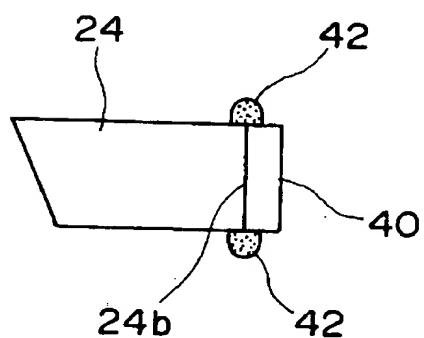
【図 2】



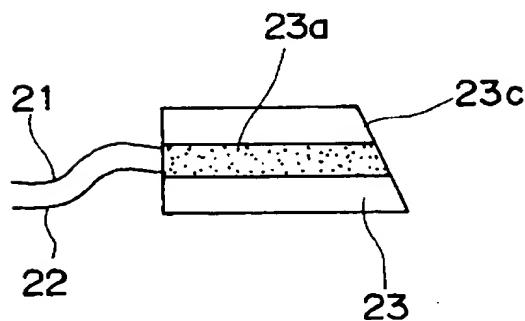
【図3】



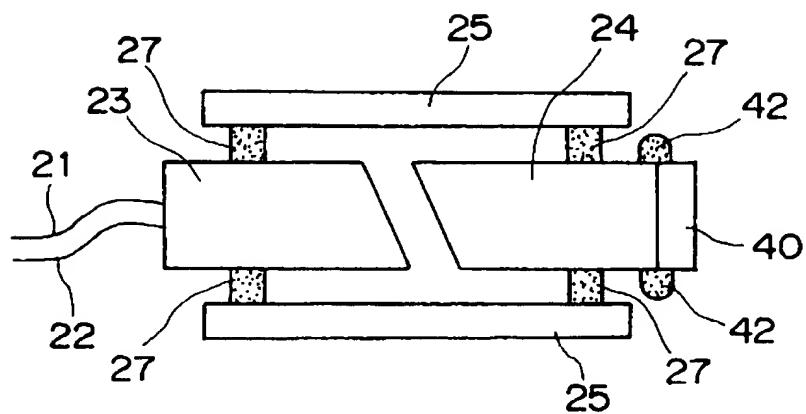
【図4】



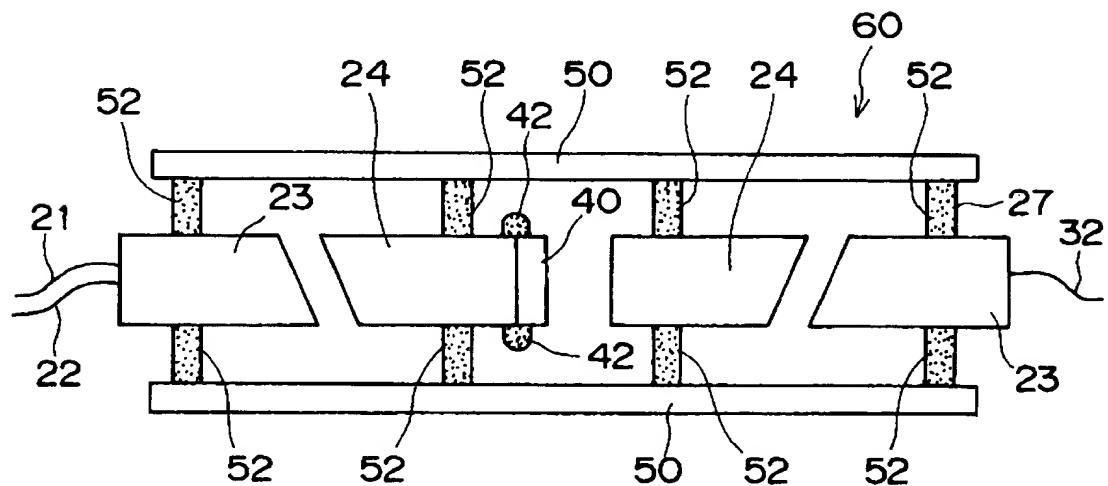
【図5】



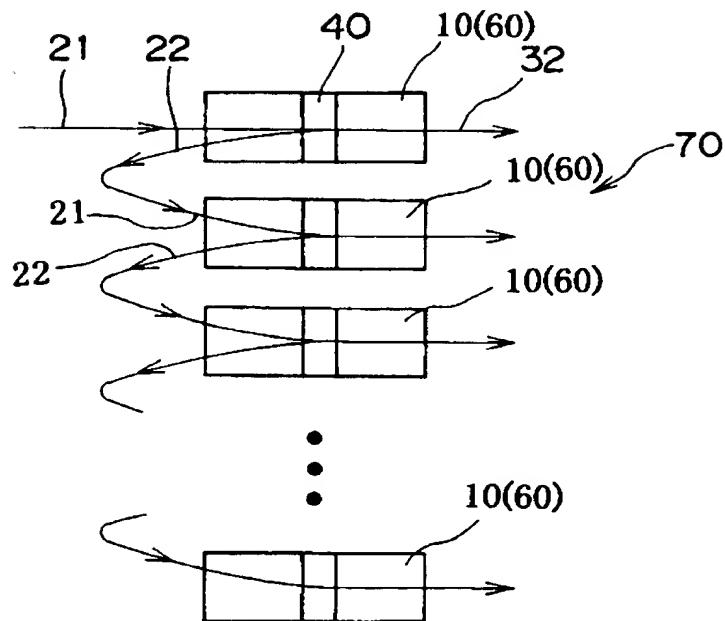
【図 6】



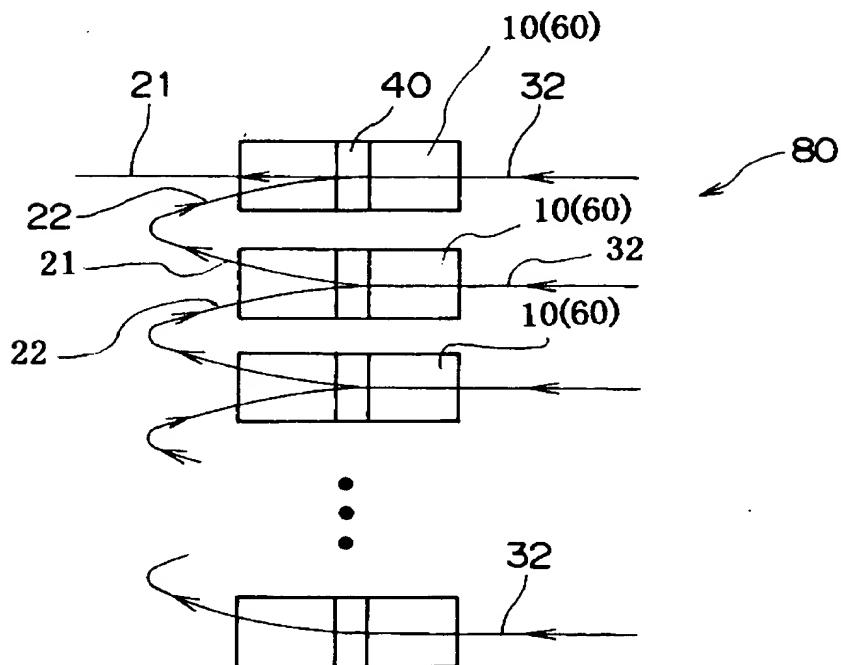
【図 7】



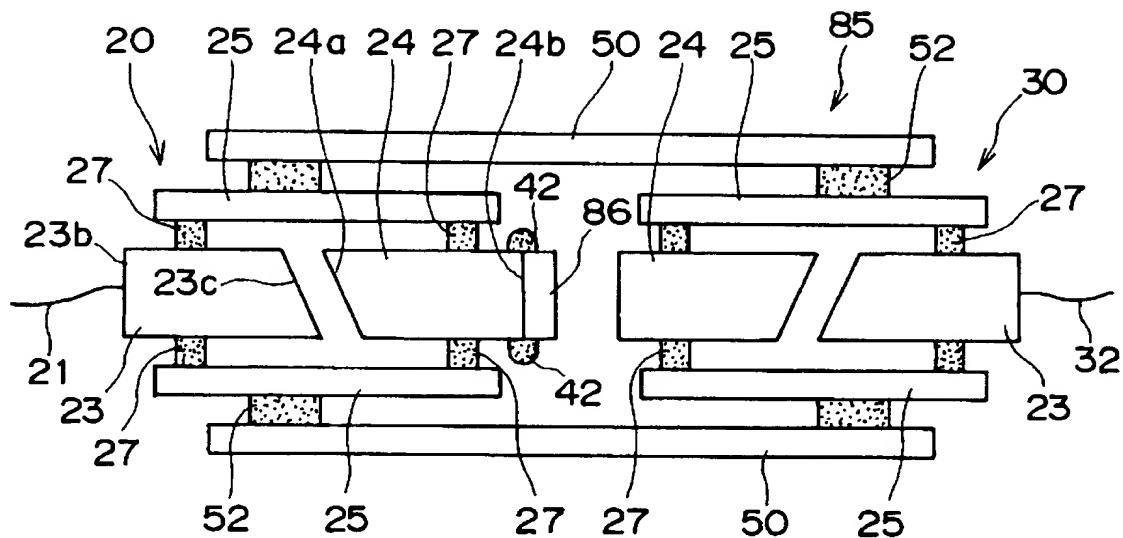
【図8】



【図9】

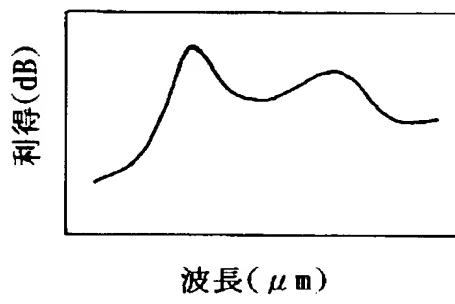


【図10】



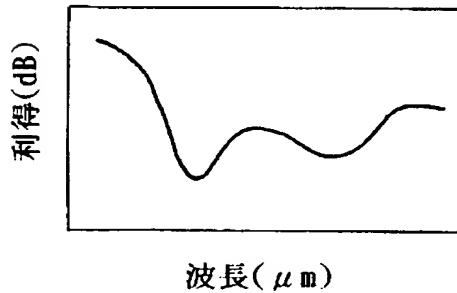
【図11】

光ファイバー増幅器の利得曲線



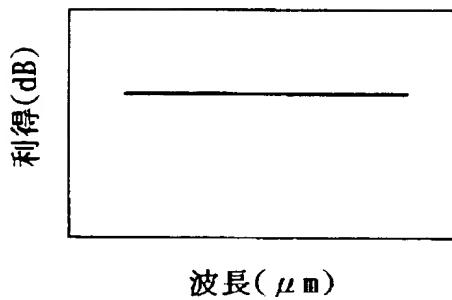
【図12】

等化フィルターの利得曲線

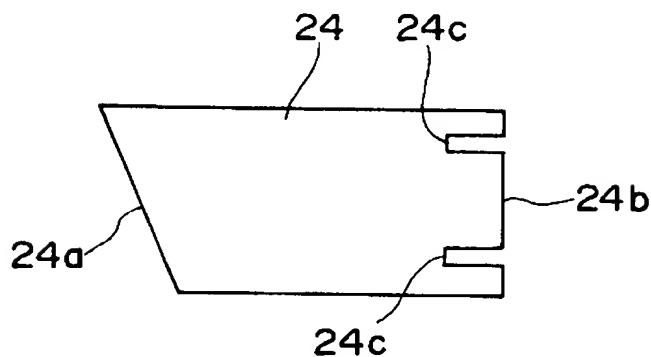


【図 1 3】

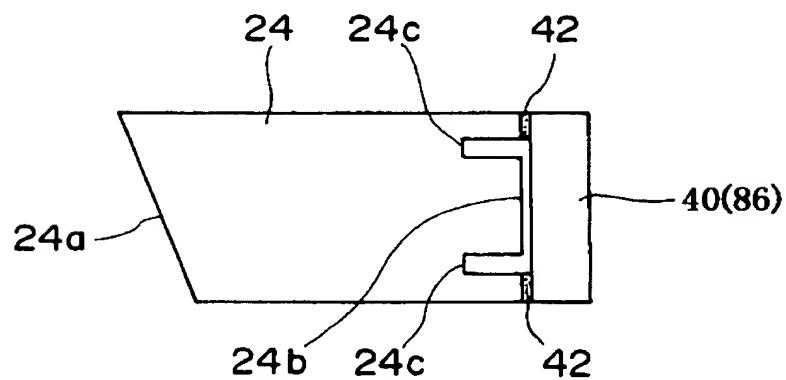
総合利得曲線



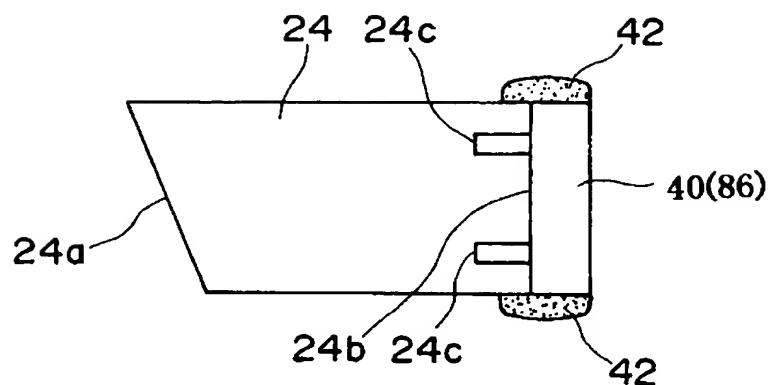
【図 1 4】



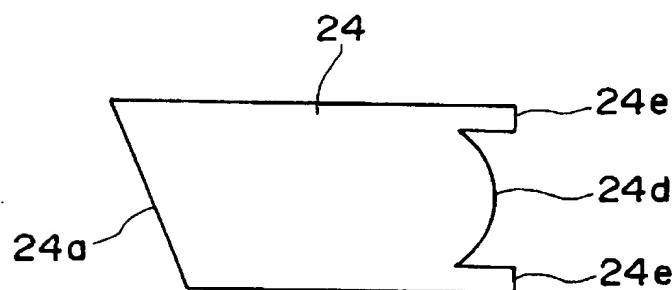
【図 1 5】



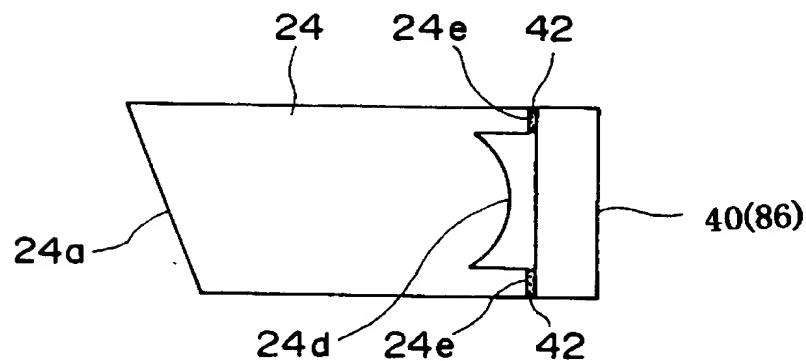
【図16】



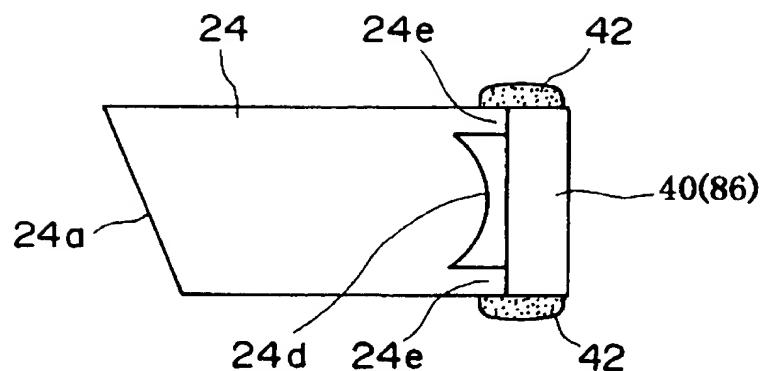
【図17】



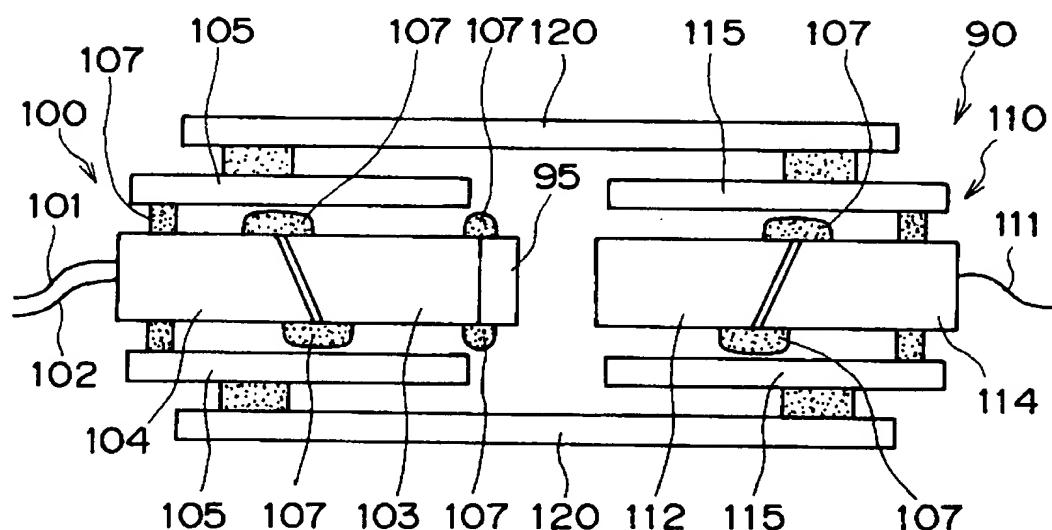
【図18】



【図19】



【図20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造が容易で長期使用の信頼性が高い光フィルタモジュール及びこれを用いた光合波分波器や光等化器等の光学装置を提供する。

【解決手段】 特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射させる光フィルタと、光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、光フィルタを介して第1光学系と対向して設けられ、光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系と、光フィルタ、第1光学系及び第2光学系を内部に固定して保持するガラスで形成された筒状の外側保持具とを備えている。

【選択図】 図1

特願2000-399867

出願人履歴情報

識別番号 [000113263]

1. 変更年月日 1990年 8月16日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
氏 名 ホーヤ株式会社

2. 変更年月日 2002年12月10日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
氏 名 HOYA株式会社